

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



10/534917



(43) 国際公開日
2004 年 5 月 27 日 (27.05.2004)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2004/044968 A1

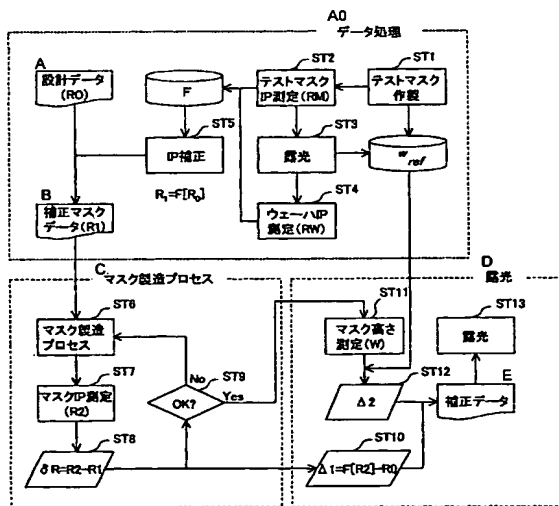
- (51) 国際特許分類: H01L 21/027, G03F 7/20, 1/16
- (11) 国際出願番号: PCT/JP2003/014460
- (22) 国際出願日: 2003 年 11 月 13 日 (13.11.2003)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2002-331090
2002 年 11 月 14 日 (14.11.2002) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): ソニー株式会社 (SONY CORPORATION) [JP/JP]; 〒141-0001 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてののみ): 大森 真二

- (OMORI, Shinji) [JP/JP]; 〒141-0001 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP). 守屋 茂 (MORIYA, Shigeru) [JP/JP]; 〒141-0001 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP). 納土 晋一郎 (NOHDO, Shinichiro) [JP/JP]; 〒141-0001 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 佐藤 隆久 (SATO, Takahisa); 〒111-0052 東京都台東区柳橋 2 丁目 4 番 2 号 宮木ビル 4 階 創造国際特許事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (国内): CN, KR, US.
- (84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告書

[続葉有]

(54) Title: EXPOSURE DEVICE, EXPOSURE METHOD, AND SEMICONDUCTOR DEVICE MANUFACTURING METHOD

(54) 発明の名称: 露光装置、露光方法および半導体装置の製造方法



A0...DATA PROCESSING
A...DESIGN DATA (RO)
B...CORRECTION MASK DATA (R1)
ST5...IP CORRECTION
ST2...TEST MASK IP MEASUREMENT (RM)
ST1...TEST MASK MANUFACTURING
ST3...EXPOSURE
ST4...WAFER IP MEASUREMENT (RW)
C...MASK MANUFACTURING PROCESS
ST6...MASK MANUFACTURING PROCESS
ST7...MASK IP MEASUREMENT (R2)
D...EXPOSURE
ST11...MASK HEIGHT MEASUREMENT (W)
ST13...EXPOSURE
E...CORRECTION DATA

(57) Abstract: There are provided an exposure device, an exposure method, and a semiconductor device manufacturing method capable of correcting, during exposure, a pattern position error which cannot be reduced only by correcting the electron beam plotting data on the mask pattern. The mask pattern position R2 is measured at the reversed posture with respect to the posture during exposure (step ST7). The pattern position R2 measured is subjected to a correction considering a pattern displacement by gravity in the posture during the exposure and first correction data 1 is created according to the difference between the correction pattern position corrected and the design data (step ST10). According to the first correction data 1, charged particle beam is deflected so as to correct the pattern position exposed onto an exposable body (step ST13).

(57) 要約: 本発明は、マスクパターンの電子線描画データの補正だけでは低減できないパターン位置誤差を露光時において補正することができる露光装置、露光方法および半導体装置の製造方法を提供するものである。本発明では、露光時に対し反転した姿勢でマスクのパターン位置 R2 を測定し (ステップ ST7)、測定されたパターン位置 R2 に対し露光時の姿勢における重力によるパターン変位を考慮した補正を行い、補正された補正パターン位置の設計データからの差に基づいて第 1 の補正データ Δ1 を作成し (ステップ ST10)、第 1 の補正データ Δ1 に基づいて、荷電粒子ビームを偏向させて被露光体に露光されるパターンの位置を補正して露光を行う (ステップ ST13)。

WO 2004/044968 A1



2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明 細 書

露光装置、露光方法および半導体装置の製造方法

技術分野

本発明は、例えば、半導体装置の製造において使用される露光装置、露光方法および当該露光方法を用いた半導体装置の製造方法に関する。

背景技術

電子線やイオンビーム等の荷電粒子を用いたリソグラフィ技術が次世代リソグラフィとして開発が進められている。このリソグラフィ技術に用いられるマスクでは、マスクブランクス（マスクのもとになる基板）を裏面側から深くエッチングすることにより、厚さおよそ10 nmから10 μ mの薄膜領域（メンブレン）が形成され、そのメンブレンに転写すべきパターンが配置される。

これらのマスクは機械的剛性の低いメンブレン領域を有するため、位置精度の高いパターンを形成する方法だけでなく、マスクの歪を計測し、その情報を利用して位置誤差を補正する技術が重要である。

例えば、電子線転写リソグラフィ（EPL）においては、梁構造を有するステンスルマスクが用いられるが、梁上に形成されたマークをレーザー干渉式座標測定器で測定し、計測されたマスク歪を電子光学系で補正する方法が提案されている。

しかし、後述の通り、重力によるマスク変形の影響は考慮されていない。さらに、仮に計測されたマスク歪データに対して、重力の影響を数値処理で算出するとしても、マスク形状の個体差、固定方法の再現性、あるいは座標測定器と露光装置によるマスクの固定方法の差異が考慮されていない。

一方、近接X線リソグラフィー（PXL）においては、マスクの変形をあらか

じめEB描画の時点で補正する方法が提案されている（特開平8-203817号公報参照）。

しかしながら、この方法では不可避免的にマスクを2枚製作しなくてはならず、製造時間、手間、およびコストの観点から望ましくない。PXLマスクの歩留を考慮すれば、一つのマスクを完成させるために、複数枚以上の試作を繰り返す必要もある。実際、この方法によるPXLマスクの製造は広く普及するに至っていない。

フォトリソグラフィにおいてもマスクの重力変形は認識されているが（特開平6-18220号公報参照）、マスク固定方法の改善などハードウェア的な対策が提案されているのみである。

発明の開示

本発明は上記の事情に鑑みてなされたものであり、その目的は、マスクパターンの電子線描画データの補正だけでは低減できないパターン位置誤差を露光時において補正することができる露光装置および露光方法を提供することにある。

また、本発明の他の目的は、上記の露光方法を用いた半導体装置の製造方法を提供することにある。

上記の目的を達成するため、本発明の露光装置は、露光時に対し反転した姿勢でのマスクのパターン位置に対し、前記露光時の姿勢における重力によるパターン変位を考慮した補正を行い、補正された補正パターン位置の設計データからの差に基づいて第1の補正データを作成する補正データ作成手段と、前記第1の補正データに基づいて、荷電粒子ビームを偏向させて被露光体に露光されるパターンの位置を補正して露光を行う荷電粒子ビーム照射手段とを有する。

上記の目的を達成するため、本発明の露光方法は、露光時に対し反転した姿勢でマスクのパターン位置を測定する工程と、前記測定された前記パターン位置に対し前記露光時の姿勢における重力によるパターン変位を考慮した補正を行い、

補正された補正パターン位置の設計データからの差に基づいて第1の補正データを作成する工程と、前記第1の補正データに基づいて、荷電粒子ビームを偏向させて被露光体に露光されるパターンの位置を補正して露光を行う工程とを有する。

上記の目的を達成するため、本発明の半導体装置の製造方法は、マスクを介して荷電粒子線を照射することにより、半導体装置にパターンを転写する露光工程を有する半導体装置の製造方法であって、前記露光工程において、露光時に対し反転した姿勢でマスクのパターン位置を測定する工程と、前記測定された前記パターン位置に対し前記露光時の姿勢における重力によるパターン変位を考慮した補正を行い、補正された補正パターン位置の設計データからの差に基づいて第1の補正データを作成する工程と、前記第1の補正データに基づいて、荷電粒子ビームを偏向させて被露光体に露光されるパターンの位置を補正して露光を行う工程とを有する。

図面の簡単な説明

図1Aおよび図1Bは、本実施形態に係る露光方法の適用対象となるマスクの断面図であり、図1Aはステンシルマスクの断面図、図1Bは散乱メンブレンマスクの断面図である。

図2Aおよび図2Bは、本実施形態に係る露光方法の適用対象となるマスクの詳細な構造の一例を示す図であり、図2Aは平面図、図2Bは斜視図である。

図3A～図3Cは、EB描画機によるパターン位置精度評価結果を示す図であり、図3Aは理想的なパターン、図3Bは実際に描画されたパターン、図3Cは座標測定器による測定データを示す図である。

図4Aはマスク製造プロセスにおけるマスクの姿勢を示す図であり、図4Bは露光時のマスクの姿勢を示す図であり、図4Cはマスクのたわみによりパターンが変位するメカニズムを説明するための図である。

図 5 は、本実施形態に係る露光装置および露光方法を説明するための図である。

図 6 A～図 6 C は、テスト用マスクによりパターン伝達関数を求める工程を説明するための図である。

図 7 は、露光装置により荷電粒子ビームを偏向させる様子を示す図である。

図 8 は、本実施形態に係る露光方法を実施する露光装置の一例を示す構成図である。

図 9 A は図 8 の露光装置に使用されるマスクの詳細な一例を示す平面図であり、図 9 B は露光領域の拡大図である。

図 10 A はステンシルマスクの重力による変形を示す図であり、図 10 B は変形によるパターン変位量を示す図である。

図 11 A および図 11 B は、ステンシルマスクの測定用パターンの配置可能領域を説明するための図である。

図 12 A および図 12 B は、露光時偏向補正データを示す図であり、図 12 A は理想的な偏向データを示し、図 12 B は実際の偏向データを示す図である。

図 13 A および図 13 B は、本実施形態に係る露光方法の効果を説明するための図である。

発明を実施するための最良の形態

以下に、本発明の実施の形態について、図面を参照して説明する。

本実施形態では、次世代リソグラフィとして開発が進められている電子線やイオンビーム等の荷電粒子を用いたリソグラフィに本発明を適用した例について説明する。

まず、本実施形態において適用対象となるマスクについて説明する。

上記のリソグラフィには、マスクを透過した荷電粒子線を電子／イオン光学系によりウエハに対し縮小投影するタイプのもの（EPL：Electron Projection

Lithography、IPL: Ion Projection Lithographyなど)、および、マスク直下に近接させたウェハに対し結像光学系を介さずにマスクパターンを転写するタイプのもの(PEL: Proximity Electron Lithography)がある。

上記の技術に共通なのは、マスクブランクス(マスクのもとになる基板)を裏面側から深くエッチングすることにより、厚さおよそ10 nmから10 μ mの薄膜領域(メンブレン)を形成し、そのメンブレンに転写すべきパターンを配置することである。転写パターンがメンブレンの開口により形成されるものはステンシルマスク(例えば、H. C. Pfeiffer, Jpn. J. Appl. Phys. 34, 6658 (1995)。)、金属薄膜など荷電粒子線の散乱体で形成されるものは散乱メンブレンマスク(例えば、L. R. Harriott, J. Vac. Sci. Technol. B 15, 2130 (1997)。)と呼ばれる。ステンシルマスクと散乱メンブレンマスクの断面構造の例を図1に示す。

図1 Aは、SOI基板を用いて形成されたステンシルマスクの断面図である。図1 Aに示すステンシルマスクでは、シリコン基板10上にエッチングストップ膜11を介してSOI層からなるメンブレン(薄膜)12が形成されている。シリコン基板10およびエッチングストップ膜11が加工されて梁13が形成されている。梁13により区画されたメンブレン12には、孔によりパターン12aが形成されている。エッチングストップ膜11の膜厚は、例えば1 μ mであり、メンブレン12の膜厚は例えば2 μ mである。

図1 Bは、散乱メンブレンマスクの断面図である。散乱メンブレンマスクでは、シリコン基板20上に例えば窒化シリコンからなるメンブレン21が形成されており、シリコン基板20が加工されて梁22が形成されている。梁22により囲まれたメンブレン21上には、クロム膜23aおよびタングステン膜23bからなる散乱体パターン23が形成されている。メンブレン21の膜厚は、例えば150 nmであり、クロム膜23aの膜厚は例えば10 nmであり、タングステン膜23bの膜厚は例えば50 nmである。

図2 Aは、図1 Aあるいは図1 Bに示すマスクの平面図である。図2 Aに示すように、マスクの中心に、孔によるパターン1 2 aや散乱体パターン2 3が形成された露光領域Aが設けられる。

図2 Bは、図2 Aの露光領域Aを拡大して示す斜視図である。上記のマスクは、機械的剛性の低いメンブレンを有するため、マスク領域全面を単一のメンブレンで構成するのではなく、格子状の梁で分割された多数の小画メンブレンから構成される。このような梁構造を有するマスクの製造方法として、KOHなどのアルカリ溶液によるウエットエッチングをもちいる方法や反応性イオンエッチングをもちいる方法がある。

次に、上記のマスクのパターン位置誤差に影響する要因について説明する。

上記のマスクのパターン位置（IP：Image Placement）の誤差は、（1）マスク製造プロセスにおいて生じる誤差、（2）露光装置にマスクを装着した時に、マスクが変形することにより生じる誤差、（3）マスクパターンの粗密により生じる誤差、および（4）荷電粒子照射によるマスク加熱やマスクの移動による振動など、露光中に生じる誤差の4つに大別することができる。

上記のうち、（3）の補正方法として未公開の先行出願がある（特願2002-119845号参照）。（4）に関しては、数keV程度の低速電子線をもちい、かつ露光中マスクが移動しないPELでは問題にならないと考えられる。しかし、100keVの高速電子線をもちい、かつ露光中マスクが最大で0.2m/s程度の加速度を受けるEPLでは問題となり得る。そのため、EPLでは、マスクの冷却機構およびマスクステージ移動シーケンスの最適化など、装置的（ハードウェア的）対策が必要とされる。

本実施形態では、上記の（1）と（2）を露光装置の荷電粒子光学系で補正する方法を述べる。（1）は更に細かい要因に分類されるが、主要因はマスクパターンのEB描画で生じる誤差である。図1 Aに示した構造を有するマスク上に格子状に描画したパターンの位置精度を、レーザー干渉式座標測定器で測定したデ

ータ例を図 3 A～図 3 C に示す。

図 3 A は、理想的なパターン配置を示し、図 3 B は実際に描画されたパターン配置を示し、図 3 C は座標測定器による測定データを示す。なお、図 3 B のパターンの変位は誇張して表示している。

図 3 A～図 3 C に示すように、E B 描画機用ウェハステージの機械的特性などにより、パターン位置 (I P) 精度に系統的な誤差が生じていることが分かる。このような系統誤差は、図 3 C のデータを E B 描画機の電子光学系にフィードバックすることにより低減することができるが、完全になくすことは難しい。

(2) の主要因は 2 つある。図 4 A～図 4 C は、第 1 の要因を説明するための図である。なお、図 4 A～図 4 C では一例としてステンシルマスクを挙げている。

図 4 A に示すように、ステンシルマスクの製造では、メンブレン 1 2 が上向きの状態でメンブレン 1 2 上にレジスト R を塗布し、当該レジスト R を電子線により直接描画してパターンを形成している。その後、当該レジスト R をマスクとしてメンブレン 1 2 をエッチングすることにより、メンブレン 1 2 に孔からなるパターン 1 2 a を形成している。そして、製造されたマスクのパターンの位置精度の評価は、図 4 A と同様に、マスクはメンブレン側の面を上向きにした状態で行われる。

一方で、図 4 B に示すように、ウェーハの露光の際には、マスクはメンブレン 1 2 を下向きにした状態で、すなわちウェーハに対しメンブレン 1 2 側が近接した状態で設置され、梁 1 3 の形成側から電子線が照射される。

このように、製造およびパターン位置測定時に対して露光時のマスクの姿勢が反転する。従って、図 4 C に示すように、メンブレン 1 2 は重力によって撓むため、上面側は収縮し、下面側は伸長する。図 4 C の z 軸は鉛直方向を示している。このような重力変形があることから、メンブレン 1 2 が上向きの状態で正確な位置にパターンを形成したとしても、マスクを反転させて露光を行うと、パター

ンの位置がずれてしまう。

ステンシルマスクの重力による変形は有限要素シミュレーションなどによって定量的に論じられている（EPLマスクに関しては、C. -f. Chen et al., J. Vac. Sci. Technol. B 19, 2646 (2001)。PELマスクに関しては、S. Omori et al., presented at the forty-sixth International Conference on Electron, Ion, Photon Beam Technology and Nanofabrication, Anaheim Hilton, Anaheim, CA, 2002）。

第2の要因は、EB描画機と露光装置のマスク固定方法の相違である。半導体あるいはマスク製造装置において、処理される試料（ウエハやマスクブランクス）は真空チャック、静電チャック、あるいは機械的なクランプなどにより装置内にしっかりと固定されるが、その固定方式は装置によってまちまちである。EB描画機と露光装置のマスク固定方法が異なる場合、両者内でのマスクの平面度も異なるので、図4（c）と同じメカニズムでパターンの変位が生じてしまう。

次に、本実施形態における露光までのフローについて、図5を参照して説明する。本実施形態のフローでは、データ処理工程と、マスク製造プロセスと露光工程とに大別される。

まず、オリジナルのマスク設計データ（パターンの位置をR0で表す）に、上述した重力によるパターン変位を考慮した補正を加えて、EB描画用データ（パターン位置R1）を作成するデータ処理工程について説明する。なお、当該データ処理工程に関しては、未公開の先行出願特願2002-092612号に記載されているのと同様の処理を行うため、以下に簡単に述べるにとどめる。本実施形態では、これに続くフローにより、データ処理工程のみでは排除できない誤差要因を低減させるものである。

まず、あらかじめEB描画補正用データを取得するためのテスト用マスクを製作しておく（ステップST1）。このマスクは実際のデバイスパターンを含んでいる必要はなく、図1A、1Bおよび図2A、2Bに示したマスク構造が同じで

ある限り、基本的には1個もしくは再現性を確認するために数個作製するのみでよい。

テスト用マスクは、図3Aに示したように、レーザー干渉式座標測定器によるパターン位置（IP）精度測定用のパターンをマスク領域全面に含んでいるが、このパターンは一般に大きさが数 μm から十数 μm の単純な形状（正方形や井桁形状など）をしており、その描画、加工は極めて容易である。つまり、テスト用マスクの製作は、その数量からも技術的な難易度からも、生産用マスクの製造を妨げるものではない。

次に、図6Aに示すように保持手段30によりメンブレン12が上向きの姿勢でテスト用マスクTMを保持して、このテスト用マスクのパターン位置（IP）精度測定用のパターンのパターン位置RMを測定する（ステップST2）。露光時と同じ姿勢、すなわちメンブレンが下向きの姿勢でパターン位置（IP）測定ができれば便利であり、かつそれは原理的には不可能ではないが、現在入手可能な標準的な座標測定器は、パターン面を上側にして測定するように設計されている。装置の改造は、コスト増加を招き、かつ他目的の測長を妨げるので望ましくない。

次に、図6Bに示すように、露光装置のマスク保持手段31によりメンブレン12が下向きとなるようにテスト用マスクTMを保持して、荷電粒子線を走査することにより、テスト用マスクTM上のパターン位置（IP）精度測定用のパターンをレジストRが塗布されたウエハ40に転写する。続いて、図6Cに示すように、現像後に形成されたレジストパターンをマスクとしてエッチング加工を施し、ウエハ上にも同じパターンを形成する（ステップST3）。このウエハ上のパターン位置RWも座標測定器で測定する（ステップST4）。

そして、マスクパターン描画時の姿勢と露光時の姿勢での重力変形によるパターン位置の変化をパターン位置伝達関数 F' として求める。このパターン位置伝達関数 F' は、 $RW = F' [RM]$ となる。従って、露光時の姿勢で設計データ

通りの位置にマスクパターンが配置されるように伝達関数 F' の逆関数であるパターン位置伝達関数 F を使用する。

テスト用マスクのパターン位置 R_M とウェハ上の転写パターン位置 R_W が異なる主な原因は、上述した通り、マスクの重力によるグローバルな変形なので、パターン伝達関数 F による補正は個々のマスクパターンに依存せず、したがって、あらゆる生産用マスクに普遍的に適用できる。このようにしてテスト用マスクを用いて求められた伝達関数 F により、オリジナルのマスク設計データ R_0 は補正マスクデータ R_1 に変換される（ステップ $ST5$ ）。

次に、マスク製造プロセスについて説明する。

マスク製造プロセスにおいては、マスクブランクス上にEB描画機によって補正マスクデータ R_1 が描画され、続くエッチング工程により、図1に示すようなステンシルパターンあるいは散乱体パターンが形成され、洗浄や検査の工程を経てマスクが完成する（ステップ $ST6$ ）。

完成したマスクに対して、テスト用マスクのパターン位置 R_M を測定した時と同じ姿勢かつ同じ固定方法で、マスクのパターン位置 R_2 を測定する（ステップ $ST7$ ）。ここで、生産用マスクの場合、パターン伝達関数 F を得るためのテスト用マスクのように、マスク領域全面にパターン位置（IP）精度測定用のパターン（以下、単に測定用パターンと称する）を配置することはできない。

生産用マスクに対する測定用パターンの配置例は後述するが、次の4つの方法あるいはそれらの組み合わせが可能である。一つは、図2のような梁構造を有するマスクの場合、梁上に測定用パターンを形成することにより、マスク領域全面にわたり、十分な数の測定用パターンを配置する方法がある。

2つめは、フォトマスクの長寸法精度保証方法と同様に、いわゆるスクライブラインと呼ばれている、実際に動作するデバイス領域の周囲にあり、アライメントマーク、製造プロセスモニター用パターン、デバイス特性測定用パターンなどを配置する領域内に測定用パターンを配置する方法がある。この方法では、マス

ク領域全面に測定用パターンを配置することができない。しかし、マスクのグローバルな変形は位置に対して緩やかに変化する関数である。そのため、スクライプライン上の測定用パターンの位置を低次の関数で補間することで、精度を損なうことなくマスクのパターン位置（IP）精度が分かる。

3つめは、デバイス領域中の支障のない位置に測定用パターンを配置する。デバイスの積層構造の中で、当該マスクに対応する層（レイヤー）の前後のレイヤーにもパターンが存在しない領域であれば、原理的には測定用パターンを配置することができる。このような領域は、当該レイヤーおよびその前後のレイヤーに相当する3つのマスクデータに対して、OR演算を施すことによって見出すことができる。

4つめは、マスク領域の周囲にマークを配置する。図2Aに示すように、荷電粒子線により露光される露光領域Aの周辺はメンブレンを支持する基板領域なので、自由に測定用パターンを配置することができる。

マスクのパターン位置（IP）の誤差 δR は、実測値 R_2 と補正マスクデータ R_1 との差分により求められ評価される（ステップST8, ST9）。この誤差 δR がマスク製造プロセスに起因する誤差であり、許容値を超えている場合は、マスクを再作製する必要がある。

しかしながら、荷電粒子線をもちいたリソグラフィ（EPL、IPL、PELなど）が適用される世代の半導体デバイスは、回路最小線幅が90nm以下の極めて微細なものになると考えられ、したがって、マスクに要求されるパターン位置（IP）精度も非常に厳しくなる。

とりわけPELでは、実際のデバイスと同じサイズのパターンをマスク上に形成しなくてはならない。現在のEB描画機の性能を考慮すると、ITRSロードマップなどに提示されている δR の許容値をそのまま適用すると、マスクの歩留は極端に低くなってしまう恐れがある。

本実施形態では、荷電粒子線が電磁場レンズにより極めて高精度に偏向可能で

あるという、光子をもちいたフォトリソグラフィにはない優れた特徴に注目し、マスク歪（パターン位置誤差 δR ）の一部を露光装置の副偏向機能によってその場で補正する。従って、マスク製造におけるIP誤差 δR の許容値を緩和し、マスクの歩留を大幅に向上させることができる。これによりマスクの価格が低くなり、半導体製造コスト全体の低減につながる。

ステップST9において、緩和されたある許容値をクリアしたマスクに対しては、露光時の補正用のデータ $\Delta 1$ が作成される。メンブレンが上向きの状態でR2の位置にあるパターンは、露光姿勢においては位置F[R2]に変位すると考えられるので、 $\Delta 1 = F[R2] - R0$ が第1の補正データとなる（ステップST10）。

上記の第1の補正データは、本発明の補正データ作成手段により作成される。補正データ作成手段は、上記の演算処理のためのプログラムがデータ処理装置に読み込まれることにより実現される。

製造されたマスクのパターンの位置精度を測定し、そのデータを電子光学系にフィードバックすることにより、マスク歪を補正して露光を行う方法は、例えばEPLに限定された形で提案されている（L. E. Ocola et al., J. Vac. Sci. Technol. B19, 2659（2001））。しかし、従来の方法においては、パターン位置（IP）測定時と露光時におけるマスク姿勢の反転がパターン位置（IP）におよぼす影響（図4C参照）が全く考慮されておらず、いわば $R2 - R0$ を補正データとしてもちいている。

姿勢の反転は数十nm以上のパターン変位を生じることが指摘されていることから（前出：C.-f. Chen et al., J. Vac. Sci. Technol. B 19, 2646（2001））、従来技術が正しく機能しないことは明らかである。本実施形態では、パターン位置伝達関数をあらかじめ算出し、EB描画補正（図5のR0からR1）だけでなく、マスク製造プロセスにより生じる誤差の補正にも有効に活用している点に特徴がある。また、次に述べるように、マスク形状の個体差に起因するパタ

ーン位置伝達関数の誤差をも補正することができる。これは、これまで全く着目されたことのない点である。

パターン位置（IP）精度測定を終了したマスクは露光装置に装着される。露光開始前に、マスクの高さ $W(x, y)$ が位置の関数として測定される（ステップST11）。ここで (x, y) はマスク平面の座標である。高さ測定は、レーザー干渉計（A. Ehrmann et al., SPIE 3997, 385 (2000)）や静電容量センサー（M. Oda et al., Jpn. J. Appl. Phys. 34, 6729 (1995)）等のマスク形状測定手段により行われる。後述する露光装置のマスクステージは極めて高精度なので、例えば、マスクステージを移動させながら、マスクに近接させた静電容量センサーによりセンサーとマスク間の距離を測定すれば、 $W(x, y)$ を正確に得ることができる。

なお、上記の測定は必ずしも露光装置内において行う必要はなく、上記の測定手段を有する独立した装置を製作して使用することも可能ではあるが、先に述べた通り、露光装置と可能な限り同じマスク固定方法、もしくは、少なくとも同等の平面度を保証する方法を採用しなければならない。

マスク表面の形状 W が、伝達関数 F を求めるために利用したテスト用マスクの形状 W_{ref} （これもあらかじめ測定しておく）と同一ならば、第1の補正データ $\Delta 1$ 以外は必要ない。しかし、マスクの形状には一般に個体差が存在する。例えば、図1AのステンシルマスクはSOIウエハから作製されている。SOIウエハは、埋め込み酸化膜であるエッチングストップ膜の数百MPaもの強い圧縮応力により、数十 μm も反っている場合があり、しかもその反り量はSOIウエハごとに異なっている。

従って、図5に示すように、マスク形状の個体差に起因するパターン位置（IP）誤差を第2の補正データ $\Delta 2$ として算出する（ステップST12）。第2の補正データは、本発明の補正データ作成手段により作成される。補正データ作成手段は、下記に示す処理を行うプログラムがデータ処理装置に読み込まれること

により実現される。高さの変動から第2の補正データ $\Delta 2$ を作成する方法は2つある。以下に、補正データ作成手段による第2の補正データ $\Delta 2$ を作成する方法について説明する。

一つめは、図4Cからも示唆されるように、パターンの変位はマスク面の局所的な勾配と関連付けられる。材料力学の文献（例えば、S. P. Timoshenko and S. Woinowsky-Krieger, "Theory of Plates and Shells."）によると、平板の微小たわみに対しては次の関係が成立する

$$\begin{aligned} u &= -\frac{h}{2} \left(\frac{\partial w}{\partial x} \right) \\ v &= -\frac{h}{2} \left(\frac{\partial w}{\partial y} \right) \end{aligned} \quad \dots (1)$$

上記式（1）において、 u と v はそれぞれ x 方向と y 方向の変位であり、 h は平板の厚みである。図2Aおよび図2Bのような梁構造を有するマスクは、厳密な平板とは言えないが、上記の関係は近似的に成り立っていると考えられる。したがって、上記式（1）の W を $(W - W_{ref})$ に置き換えることにより、個々のマスクの露光時における曲面形状に起因するパターン位置（IP）誤差の第2の補正データ $\Delta 2$ が得られる。このような演算が、補正データ作成手段により行われることにより、第2の補正データが作成される。

二つめの第2の補正データ $\Delta 2$ の作成方法について説明する。

すなわち、図6A～図6Cに示す工程を複数のテスト用マスクに行い、テスト用マスクの設計データに対するウェハに転写されたパターンRWの変位（第2の補正データ $\Delta 2$ に相当）と、図6Bに示す工程において測定されたテスト用マスクの曲面形状 W_{ref} との関係を求めておく。

そして、複数の曲面形状 W_{ref} に対してそれぞれ複数の第2の補正データを用意しておき、データベース化しておく。このデータベースは、本発明の記憶手

段に相当する。

これにより、生産用マスクの曲面形状 W を測定した後に、作成されたデータベースから、最も曲面形状の近いテスト用マスクについて求められた第2の補正データ $\Delta 2$ を読み出して利用する。

以上のようにして、露光時偏向補正用のデータを作成することができる。

ここで、このような露光時偏向補正用のデータは、フォトリソグラフィにおけるいわゆる「条件出し露光」のように、合わせ精度測定用副尺マークを配置したウエハにテスト露光を行い、マスクからレジストに転写された合わせ精度測定用主尺マークとウエハ上の副尺マークとの相対位置測定（合わせ精度測定）の結果からも間接的に知ることができる（ウエハ上の副尺マークを基準とした相対的なマスク歪しか分からないが）。しかし、このような条件出し作業は、露光工程のスループットを低下させ、デバイス製造工程全体のコストを増加させてしまうので、一般的に好ましくない。

本実施形態では、マスク製造プロセスで長寸法精度保証のために通常行われているパターン位置（IP）精度測定データ、および露光装置内で行われるマスク高さ測定データから、テスト露光を行うことなく迅速に補正データを作成することができる。

以上のようにして作成した第1および第2の補正データ $\Delta 1$ 、 $\Delta 2$ （露光時偏向補正データ）は、荷電粒子露光装置の記憶部に保存される。

そして、図7に示すように、荷電粒子光学系（荷電粒子ビーム照射手段）の主偏向レンズにより、荷電粒子線 B をマスク M 上で走査させる時に、露光時偏向補正データに従って副偏向レンズにより荷電粒子線 B の進行方向を僅かに変化させることにより、マスク歪により正確な位置から変位しているパターンを、ウエハ40上の正しい位置に転写する（ステップST13）。なお、露光時偏向補正データを別の記憶装置に保存しておき、露光時に当該記憶装置からオンラインでダウンロードして使用してもよい。

これにより、マスクに要求されるパターン位置（IP）精度をある程度緩和でき、マスクコストの削減と製造時間短縮が実現される。

次に、上記の露光時偏向補正用データに基づいて、ウェハに対し露光を行う露光装置の構成の一例について説明する。等倍ステンスルマスクをもちいるという点で、PELマスクに求められるパターン位置（IP）精度は、EPLマスクやIPLマスクのそれよりも厳しいと言える。そこで、ここでは本発明のPELへの適用例を説明する。

図8は、低加速電圧電子ビーム等倍近接露光装置の電子光学系の概要を示す図である。上記の露光装置は、文献（T. Utsumi, U. S. Patent No. 5831272（3 November 1998））に記載されている。

図8に示す露光装置100は、電子光学系として、電子ビーム102を出射する電子銃103と、電子ビーム102を平行化するコンデンサレンズ104と、電子ビーム102を制限するアパーチャ105と、電子ビーム102が平行なままでラスタまたはベクトル走査モードの何れかで且つステンスルマスクSMに垂直に入射するように偏向させる目的を持つ一対の主偏向器106、107と、微調を行う目的を持つ一対の微調整用偏向器108、109と、装置全体の動作を制御する制御部110とを有する。制御部も含めた電子光学系103～110が、補正データ作成手段により作成された補正データに基づいて、電子ビーム（荷電粒子ビーム）を偏向させて露光する荷電粒子ビーム照射手段に相当する。

図8に示す露光装置においては、低加速電子が用いられるため、図1Aに示すステンスルマスクSMが用いられる。図8において、ステンスルマスクSTの孔を透過した電子ビーム102により、ウェハ40上のレジストが露光される。図8に示す露光装置では、等倍露光を採用しており、ステンスルマスクSSMとウェハ40は近接して配置される。ステンスルマスクSMとウェハ40の間に縮小投影光学系が存在しないので、比較的シンプルな構造をしている。

制御部110は、主偏向器106、107を制御して電子ビーム102をステ

ンシルマスクSM上で走査させ、マスクパターンをウエハ40に転写する。この露光時において、露光時偏向補正用データを読み込み、微調整用偏向器108, 109を制御して電子ビーム102の方向を僅かに変化させることにより、マスク歪により正確な位置から変位しているパターンを、ウエハ40上の正しい位置に転写する。上記の制御は、予めパターン位置の誤差を示す種々の露光時偏向補正用データと、ウエハ40上の正しい位置に転写するための微調整用偏向器108, 109への印加電圧等の条件との相関関係を求めておけばよい。

なお、図示はしないが、ウエハステージとマスクステージとが近接しているので、マスクステージの駆動機構を利用して、ウエハステージ上に設置した静電容量センサー上でマスクを走査することによって、マスクの形状を計測することが可能である。

図9Aは、図8に示す露光装置に使用されるステンシルマスクの平面図である。

図9Aに示すステンシルマスクは、外径4インチのSOIウエハから製作され、その中心40mm角に露光領域A ($L = 20\text{ mm}$) が形成されている。SOI層を利用したメンブレンの厚さは600nm、裏面エッチングの阻止層であるエッチングストップ膜の厚さは400nmである。

図9Bに、図9Aの露光領域Aの拡大図の一例を示す。

図9Bにおいて、メンブレンサイズ $d_1 = 1050\text{ }\mu\text{m}$ 、梁の幅 $d_2 = 200\text{ }\mu\text{m}$ である。図9A, 9Bに示すように、露光領域AがA1からA4の4つの領域に分割され、相補分割されたマスクパターンがこれら4つの領域に適切に分配、配置される (I. Ashida, S. Omori and H. Ohnuma, Proc. SPIE 4754, 847 (2002))。

図10Aに、上記のステンシルマスクの中心40mm角の重力による変形を示す。図10Aに示すように、ステンシルマスク中において約 $1.5\text{ }\mu\text{m}$ の高低差が存在し、それによって引き起こされるパターン変位は最大で44nmであった。

。ただし、図10Bに示すように、マスクのグローバルな変形で引き起こされる変位は位置の緩やかな関数であり、上述したように伝達関数Fによって補正することが可能である。

図11Aに示すようにチップChの周囲にスクライプラインSLが配置され、図11Bに示すようにマスクに対してチップChが相当するとする。

この場合に、図9Aおよび図9Bに示したマスクの一つの領域A1～A4において梁が形成された箇所には他の領域A1～A4のパターン形成領域が位置することから、チップ周辺に設定されるスクライプラインSLに、パターン位置(IP)精度測定用パターンを形成することができる。これは補正精度の向上に寄与する。なお、パターン形成領域とは、メンブレンの領域のうち、梁が形成されていない領域と定義する。

補正マスクデータR1により製造されたマスクは、図5に示したように、パターン位置(IP)精度測定が行われ(ステップST7)、位置精度の合否判定が成される(ステップST8, ST9)。合格したマスクに対しては、第1の補正データΔ1が算出される(ステップST10)。次にマスクが図8に示す露光装置に装着され、テスト用マスクと同様に静電容量センサーによる高さ測定が行われる。上述したように、テスト用マスクと当該マスクの形状の差異を第2の補正データΔ2に変換してもよいし、パターン位置(IP)誤差とマスク形状の関係を記録したデータベースをもちいてもよい。最終的には、2つの補正データの和をもちいて、図8に示す露光装置により露光を行う(ステップST13)。

以上の本実施形態の効果を図12A, 12Bおよび図13A, 13Bを参照して説明する。

図12Aに示すような補正が必要ない理想的なデータの場合には、主偏向器106, 107により電子ビーム102がウエハに対して垂直に走査される。これに対し、図5のフローで得られた露光時偏向補正データが図12Bに示すようなデータの場合に、本実施形態では、さらに微調整用偏向器108, 109により

ウエハに対して当該補正データに基づいて角度がつけられて、ウエハに対して電子ビーム 102 が照射される。

上記の露光時偏向補正データをもちいた露光の効果を図 13 A, 13 B に示す。

。

図 13 A に示すように、マスクパターン MP が理想的な格子 E から歪んでいても、図 13 B に示すように露光時の偏向によって、ウエハ上では精度の高い格子に修正されて転写される。

以上説明した本実施形態に係る露光装置、露光方法および半導体装置の製造方法の効果を以下にまとめる。

まず、伝達関数によるパターン位置補正により、マスクのパターン位置精度が向上し、デバイスの歩留が増加する。

そして、マスクに要求されるパターン位置精度を緩和することができ、マスク歩留が向上する。これにより、マスク価格を下げることができる。

露光装置におけるマスクの高さ測定により、マスク基板の個体差に起因する誤差を補正できるので、基板の平面度に対する仕様を緩和でき、マスク価格を下げることができる。

露光時において荷電粒子ビームの照射角度を露光時偏向補正データに基づいて変化させてウエハに荷電粒子ビームを照射することにより、ウエハ上に転写されたパターンの位置精度が向上し、デバイスの歩留が増加する。

本発明は、上記の実施形態の説明に限定されない。

例えば、図 5 のフローは EPL や IPL マスクに対してもそのまま適用可能である。EPL や IPL においては、マスクとウエハ間は近接していないので、マスクの高さ測定には、図 8 に示す露光装置とは異なる機構が必要である。また、パターン位置 (IP) 誤差の補正データが同じでも、電子／イオン光学系がことなるので、露光時偏向補正のための装置制御方法は異なる。

その他、本発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の変更が可能である。

産業上の利用可能性

本発明の露光装置および露光方法は、例えば、半導体装置の製造における荷電粒子線を用いた露光工程に利用することができる。また、本発明の半導体装置の製造方法は、荷電粒子線を用いた露光工程を採用する半導体装置の製造に利用することができる。

請求の範囲

1. 露光時に対し反転した姿勢でマスクのパターン位置を測定する工程と、

前記測定された前記パターン位置に対し前記露光時の姿勢における重力によるパターン変位を考慮した補正を行い、補正された補正パターン位置の設計データからの差に基づいて第1の補正データを作成する工程と、

前記第1の補正データに基づいて、荷電粒子ビームを偏向させて被露光体に露光されるパターンの位置を補正して露光を行う工程と

を有する露光方法。

2. 予めテスト用マスクを用いて姿勢の反転前後の重力によるパターン変位の相関を示す伝達関数を求めておき、

前記測定された前記パターン位置に対し前記伝達関数を用いて補正を行う

請求項1記載の露光方法。

3. 前記マスクには、前記被露光体に転写するパターンとは異なる位置精度測定用パターンが設けられており、

前記マスクのパターン位置を測定する工程において、前記マスクの前記位置精度測定用パターンの位置を測定する

請求項1記載の露光方法。

4. 前記露光を行う工程の前に、

前記露光時の姿勢における前記マスクの曲面形状を測定する工程と、

前記測定された曲面形状に基づいて、個々のマスクの前記露光時の姿勢での曲面形状に起因するパターン位置の変動を示す第2の補正データを求める工程とをさらに有し、

前記露光工程において、前記第1の補正データと前記第2の補正データに基づいて、荷電粒子ビームを偏向させて被露光体に露光されるパターンの位置を

補正して露光を行う

請求項 1 記載の露光方法。

5. 前記第 2 の補正データを求める工程は、

予め測定された前記露光時の姿勢におけるテスト用マスクの曲面形状と前記測定された前記マスクの曲面形状の差に基づいて、前記パターン位置の変動を示す前記第 2 の補正データを求める

請求項 4 記載の露光方法。

6. 前記第 2 の補正データを求める工程は、

それぞれ異なる曲面形状をもつ複数のテストマスクを用いて、露光時の姿勢におけるパターン位置の変動を示す第 2 の補正データを複数作成し、複数の当該第 2 の補正データをデータベースに蓄積しておき、

測定された前記マスクの前記曲面形状に対し、最も曲面形状の近い前記テスト用マスクについての前記第 2 の補正データを前記データベースから読み出して利用する

請求項 4 記載の露光方法。

7. 前記マスクとして、ステンシルマスクを用いる

請求項 1 記載の露光方法。

8. 前記荷電粒子ビームとして、電子線を用いる

請求項 1 記載の露光方法。

9. マスクを介して荷電粒子線を照射することにより、半導体装置にパターンを転写する露光工程を有する半導体装置の製造方法であって、

前記露光工程において、

露光時に対し反転した姿勢でマスクのパターン位置を測定する工程と、

前記測定された前記パターン位置に対し前記露光時の姿勢における重力によるパターン変位を考慮した補正を行い、補正された補正パターン位置の設計データからの差に基づいて第 1 の補正データを作成する工程と、

前記第 1 の補正データに基づいて、荷電粒子ビームを偏向させて被露光体に露光されるパターンの位置を補正して露光を行う工程と

を有する半導体装置の製造方法。

10. 予めテスト用マスクを用いて姿勢の反転前後の重力によるパターン変位の相関を示す伝達関数を求めておき、

前記測定された前記パターン位置に対し前記伝達関数を用いて補正を行う

請求項 9 記載の半導体装置の製造方法。

11. 前記マスクには、前記被露光体に転写するパターンとは異なる位置精度測定用パターンが設けられており、

前記マスクのパターン位置を測定する工程において、前記マスクの前記位置精度測定用パターンの位置を測定する

請求項 9 記載の半導体装置の製造方法。

12. 前記露光を行う工程の前に、

前記露光時の姿勢における前記マスクの曲面形状を測定する工程と、

前記測定された曲面形状に基づいて、個々のマスクの前記露光時の姿勢での曲面形状に起因するパターン位置の変動を示す第 2 の補正データを求める工程とをさらに有し、

前記露光工程において、前記第 1 の補正データと前記第 2 の補正データに基づいて、荷電粒子ビームを偏向させて被露光体に露光されるパターンの位置を補正して露光を行う

請求項 9 記載の半導体装置の製造方法。

13. 前記第 2 の補正データを求める工程は、

予め測定された前記露光時の姿勢におけるテスト用マスクの曲面形状と前記測定された前記マスクの曲面形状の差に基づいて、前記パターン位置の変動を示す前記第 2 の補正データを求める

請求項 1 2 記載の半導体装置の製造方法。

1 4. 前記第 2 の補正データを求める工程は、

それぞれ異なる曲面形状をもつ複数のテストマスクを用いて、露光時の姿勢におけるパターン位置の変動を示す第 2 の補正データを複数作成し、複数の当該第 2 の補正データをデータベースに蓄積しておき、

測定された前記マスクの前記曲面形状に対し、最も曲面形状の近い前記テスト用マスクについての前記第 2 の補正データを前記データベースから読み出して利用する

請求項 1 2 記載の半導体装置の製造方法。

1 5. 露光時に対し反転した姿勢でのマスクのパターン位置に対し、前記露光時の姿勢における重力によるパターン変位を考慮した補正を行い、補正された補正パターン位置の設計データからの差に基づいて第 1 の補正データを作成する補正データ作成手段と、

前記第 1 の補正データに基づいて、荷電粒子ビームを偏向させて被露光体に露光されるパターンの位置を補正して露光を行う荷電粒子ビーム照射手段とを有する露光装置。

1 6. 前記補正データ作成手段は、姿勢の反転前後の重力によるパターン変位の相関を示す伝達関数を用いて、パターン位置に対し補正を行う

請求項 1 5 記載の露光装置。

1 7. 前記マスクには、前記被露光体に転写するパターンとは異なる位置精度測定用パターンが設けられており、

前記補正データ作成手段は、前記マスクの前記位置精度測定用パターンの位置に基づいて、前記第 1 の補正データを作成する

請求項 1 5 記載の露光装置。

1 8. 前記露光時の姿勢における前記マスクの曲面形状を測定するマスク形状測定手段をさらに有し、

前記補正データ作成手段は、前記測定された曲面形状に基づいて、個々のマスクの前記露光時の姿勢での曲面形状に起因するパターン位置の変動を示す第2の補正データをさらに求め、前記第1の補正データと前記第2の補正データとに基づいて補正データを作成し、

前記荷電粒子ビーム偏向手段は、前記補正データに基づいて、前記荷電粒子ビームを偏向させる

請求項15記載の露光装置。

18. 前記補正データ作成手段は、予め測定された露光時の姿勢におけるテスト用マスクの曲面形状と前記測定された前記マスクの曲面形状の差に基づいて、前記パターン位置の変動を示す前記第2の補正データを求める

請求項18記載の露光装置。

20. それぞれ異なる曲面形状をもつ複数のテスト用マスクについて、露光時の姿勢でのパターン位置の変動を示す第2の補正データを複数蓄積する記憶手段をさらに有し、

前記補正データ作成手段は、測定された前記マスクの前記曲面形状に対し、最も曲面形状の近い前記テスト用マスクについての前記第2の補正データを前記記憶手段から読み出して利用する

請求項18記載の露光装置。

FIG. 1A

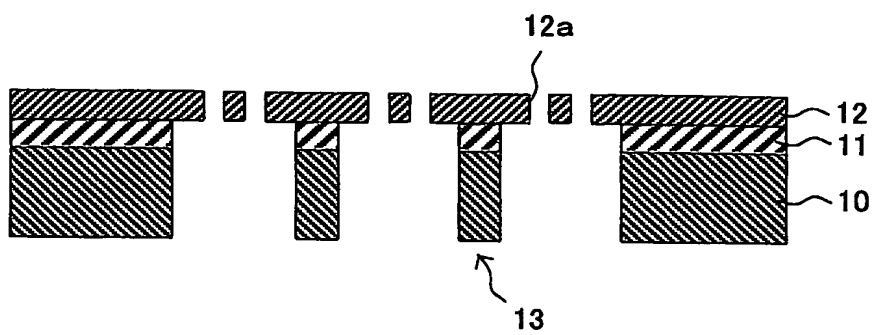


FIG. 1B

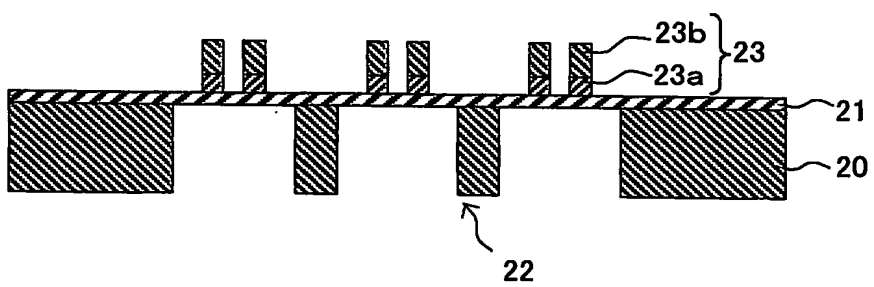


FIG. 2A

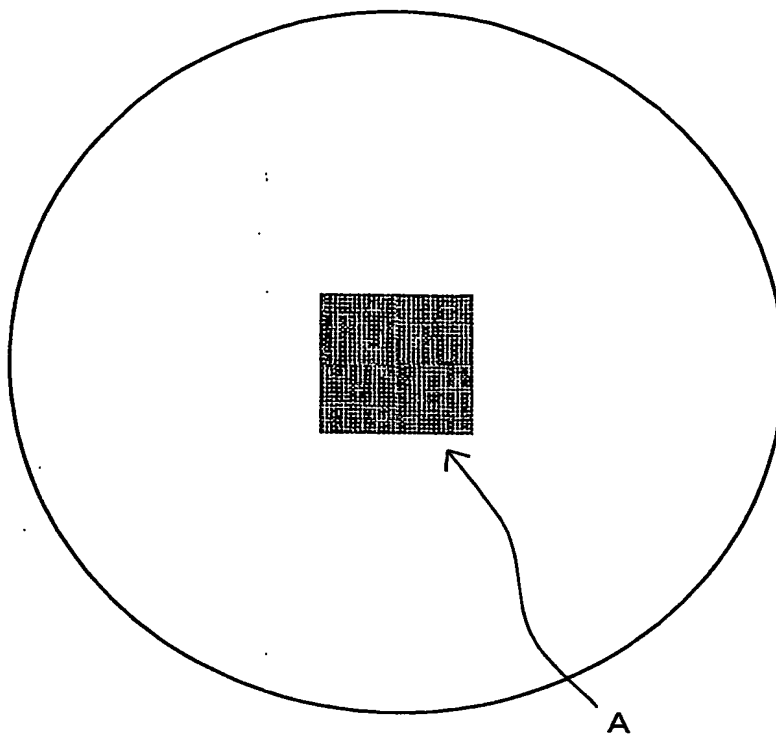


FIG. 2B

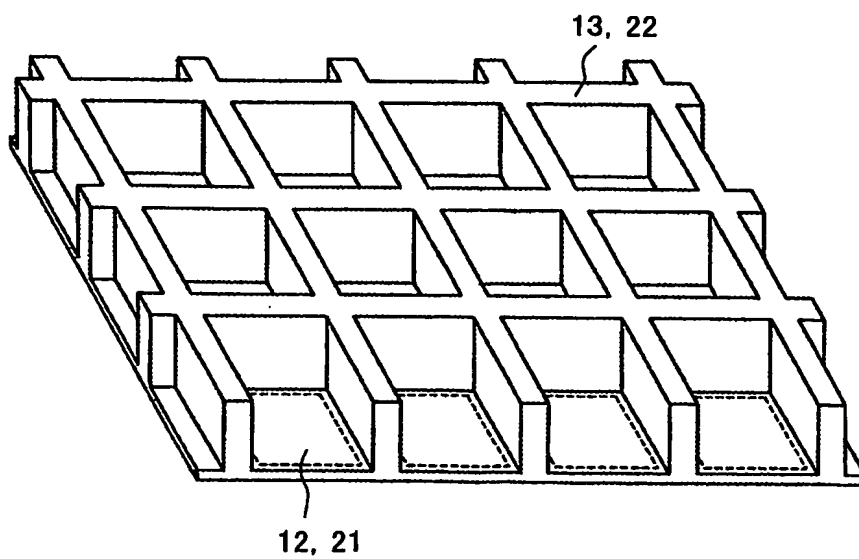


FIG. 3A

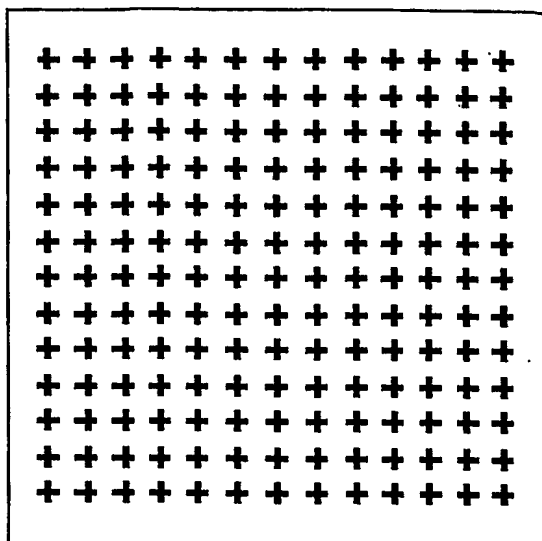


FIG. 3B

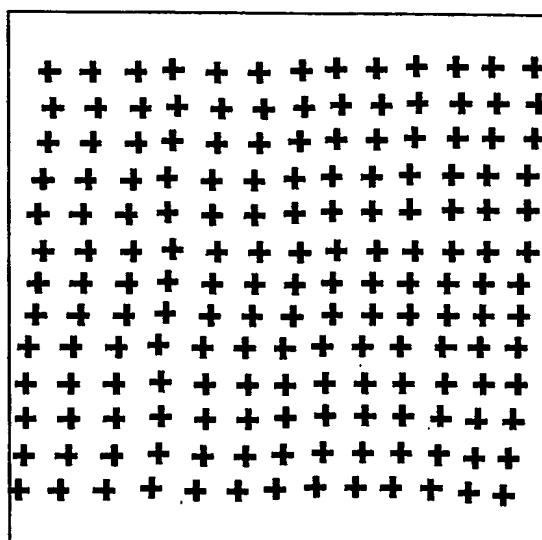


FIG. 3C

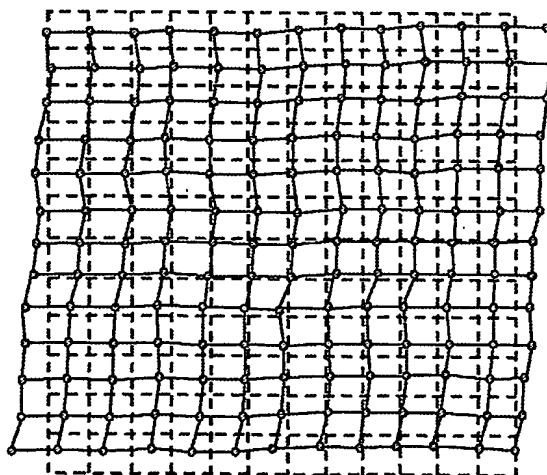


FIG. 4A

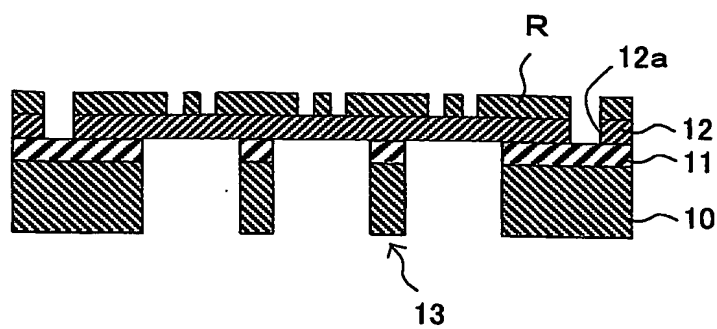


FIG. 4B

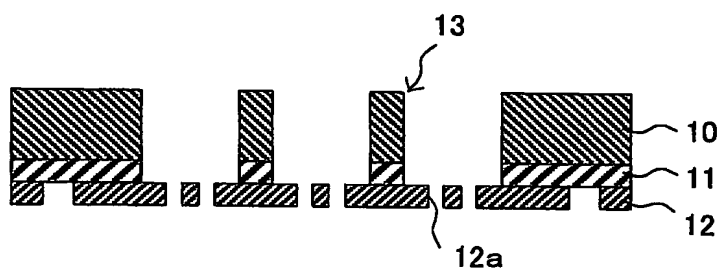


FIG. 4C

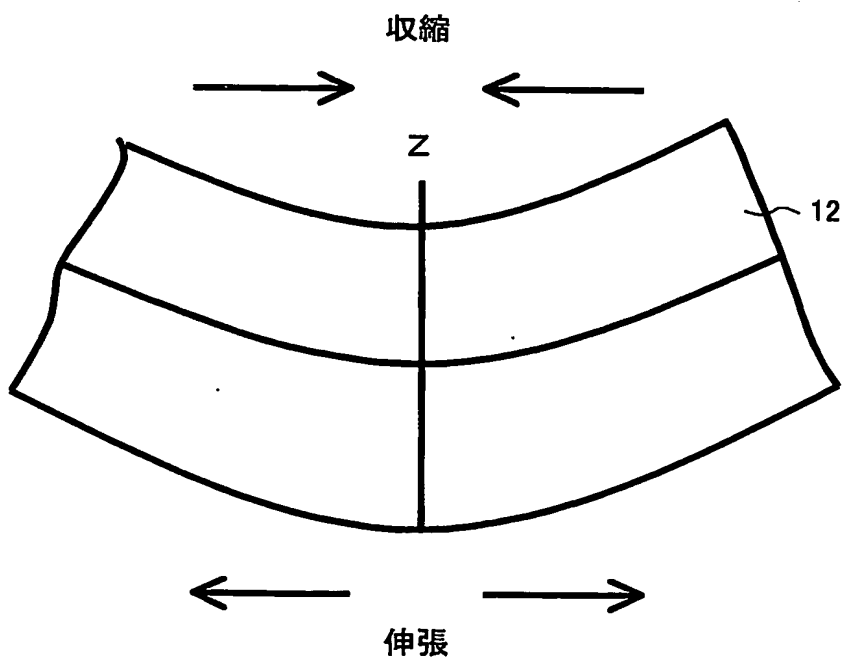


FIG. 5

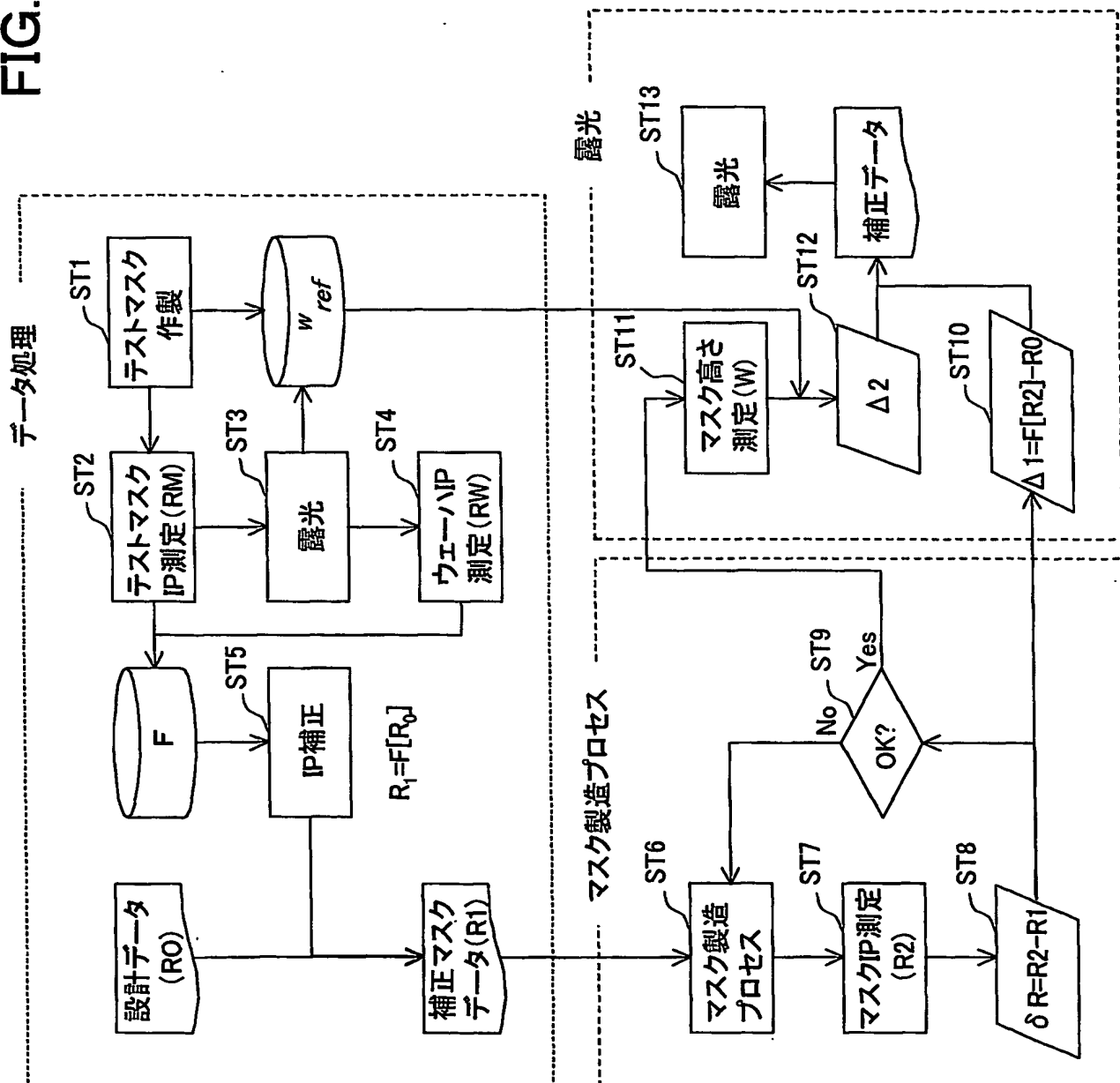


FIG. 6A

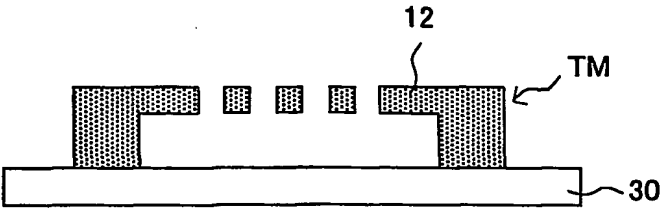


FIG. 6B

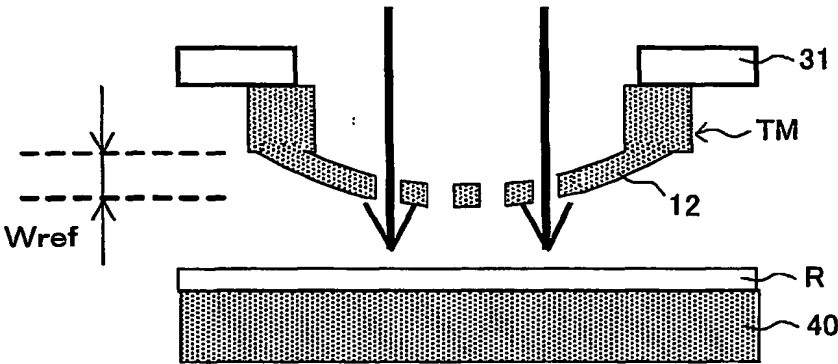


FIG. 6C



FIG. 8

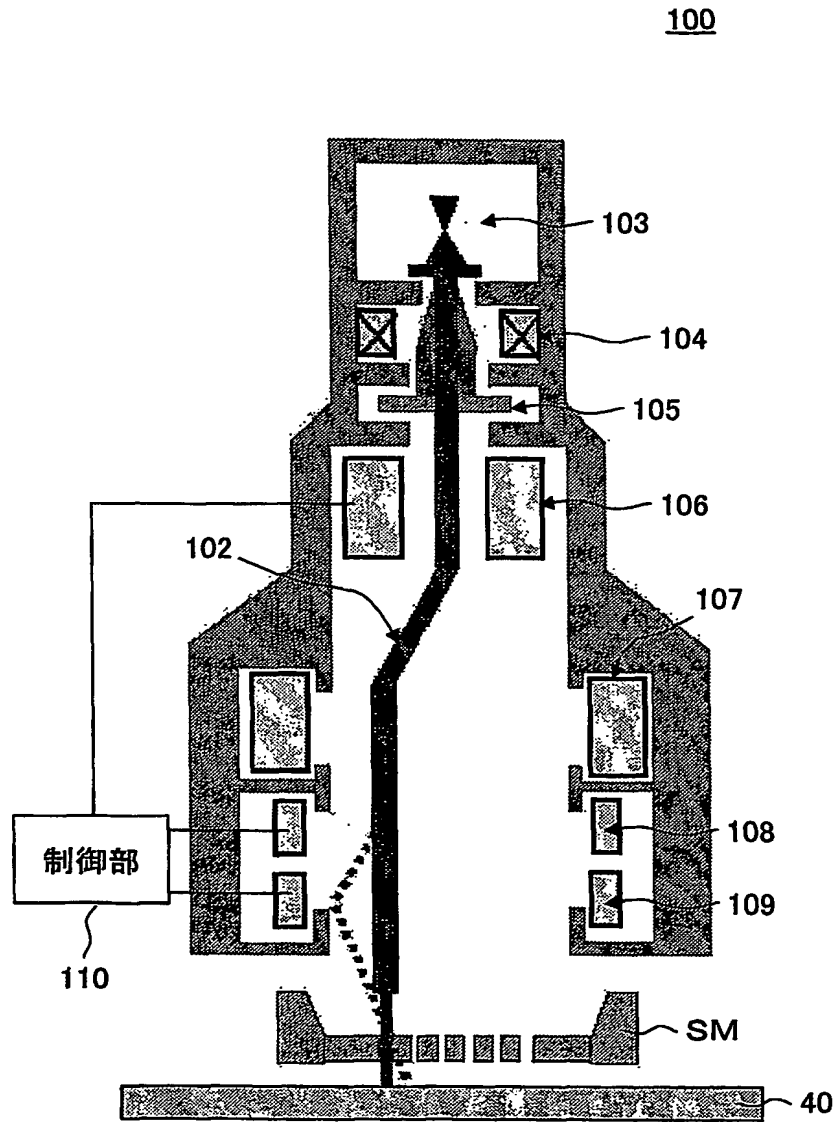


FIG. 9A

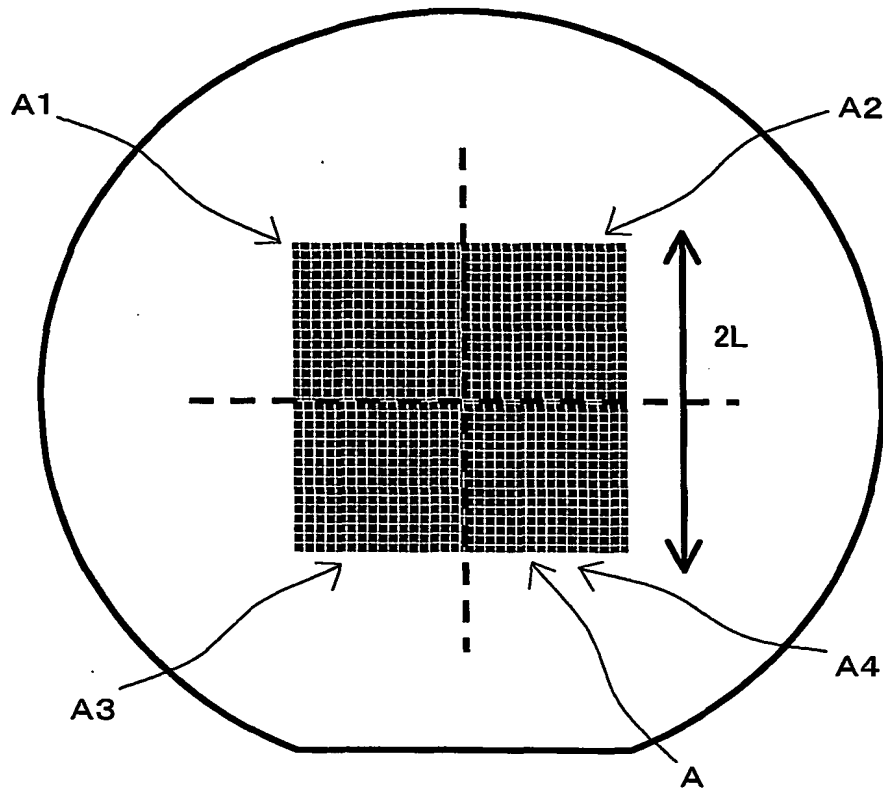


FIG. 9B

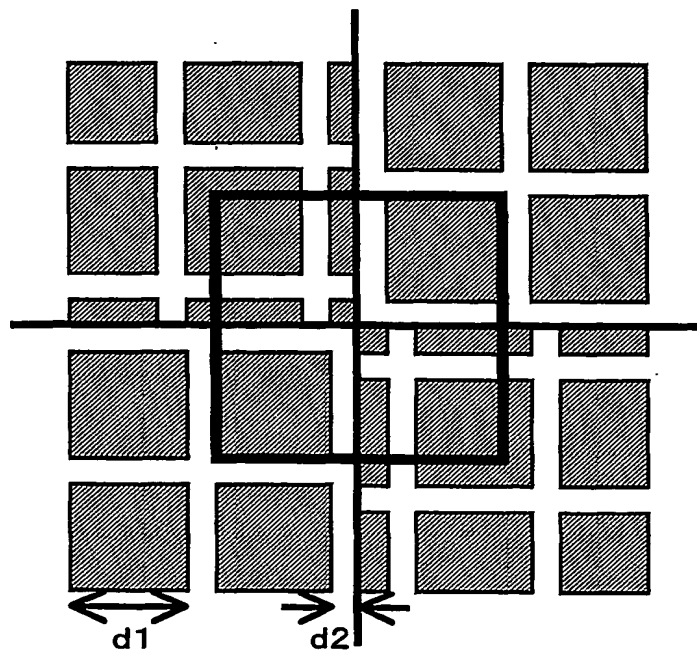


FIG. 10A

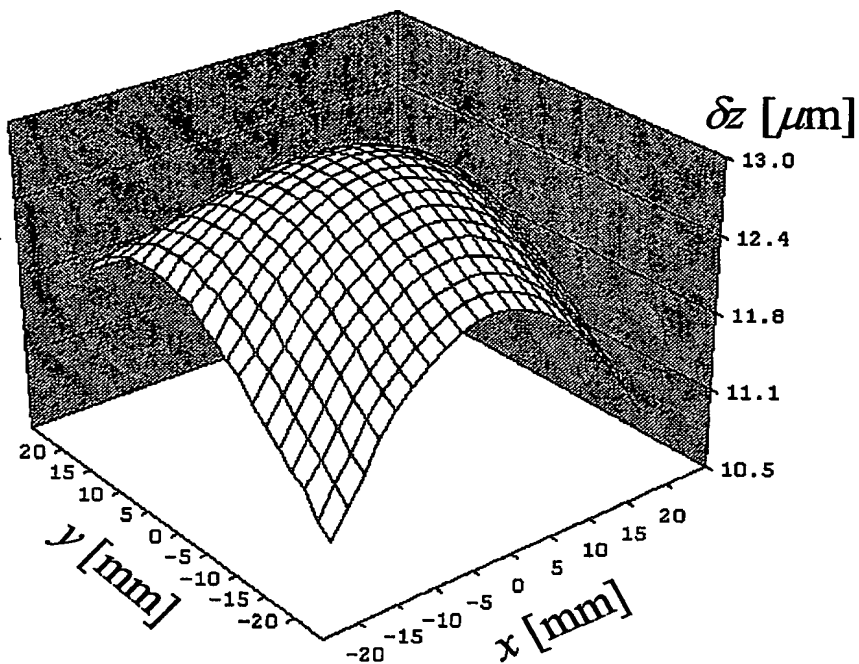


FIG. 10B

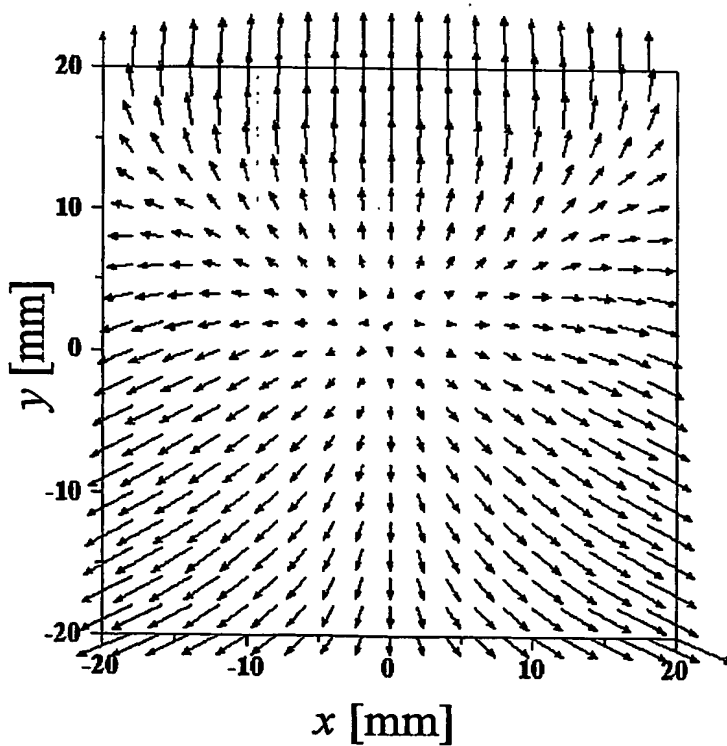


FIG. 11A

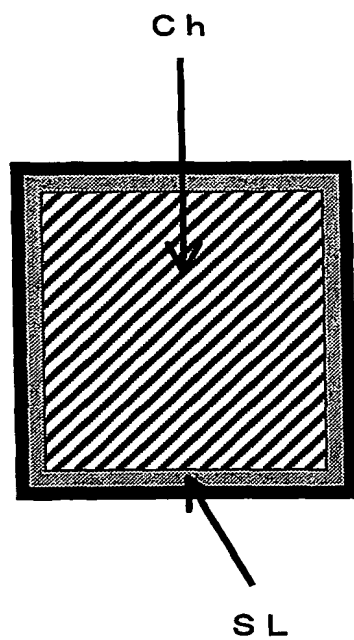


FIG. 11B

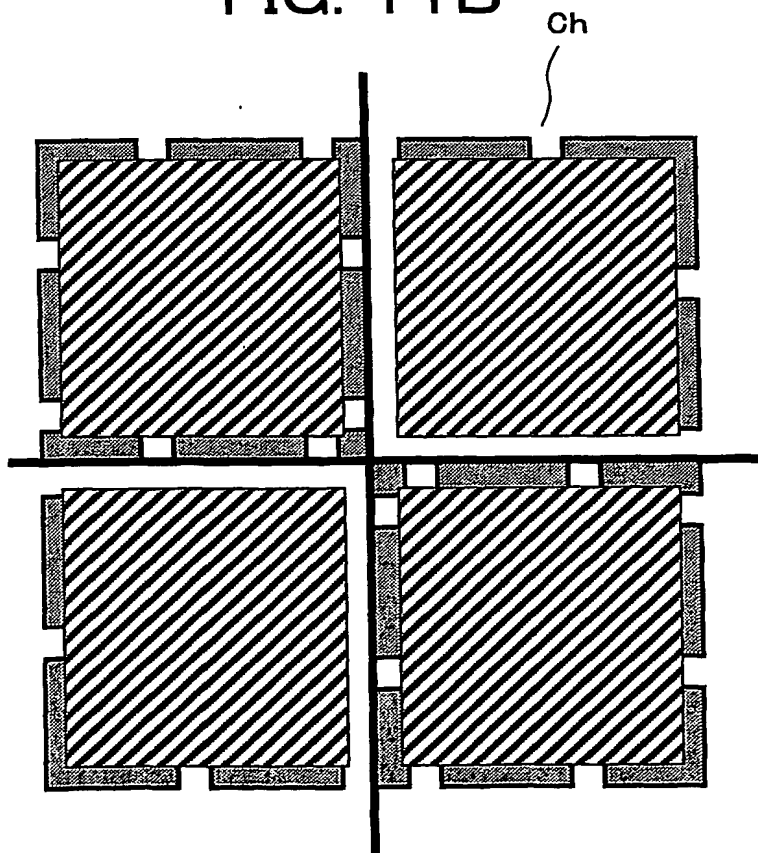


FIG. 12A

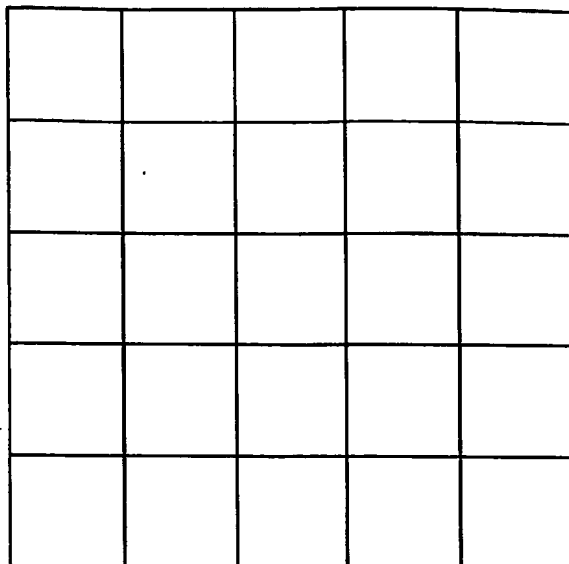


FIG. 12B

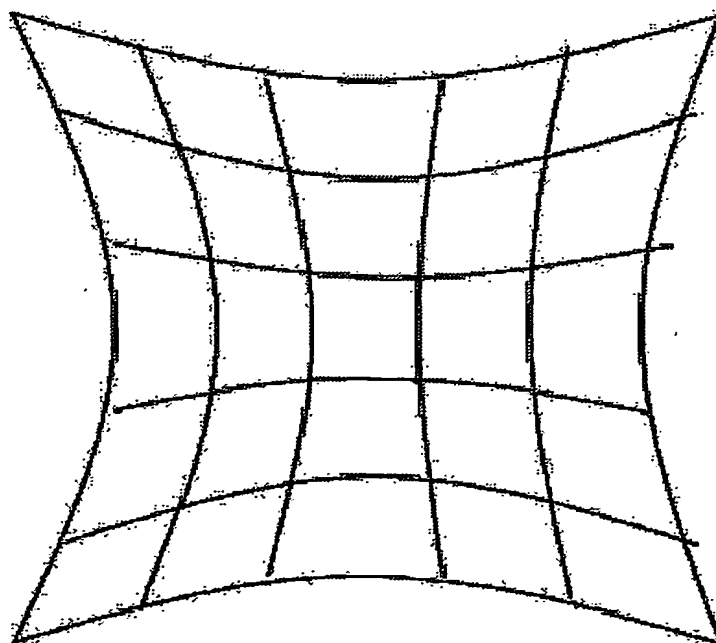


FIG. 13A

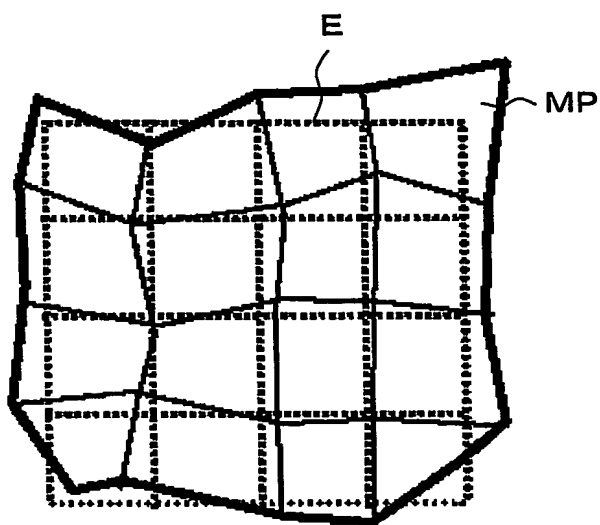
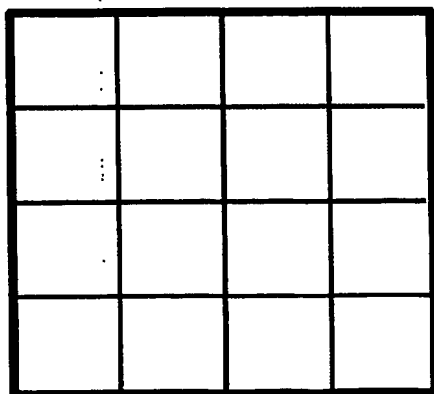


FIG. 13B



符号の説明

1 0…シリコン基板、
1 1…エッチングストッパ膜
1 2…メンブレン
1 2 a…ステンシルパターン
1 3…梁
2 0…シリコン基板
2 1…メンブレン
2 2…梁
2 3…散乱体パターン
2 3 a…クロム膜
2 3 b…タンゲステン膜
3 0, 3 1…保持手段
4 0…ウエハ
1 0 0…露光装置
1 0 2…電子ビーム
1 0 3…電子銃
1 0 4…コンデンサレンズ
1 0 5…アパーチャ
1 0 6, 1 0 7…主偏向器
1 0 8, 1 0 9…微調整用偏向器
1 1 0…制御部
T M…テスト用マスク
B…荷電粒子ビーム
C h…チップ

SL…スクライプライン

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/JP03/14460

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ H01L21/027, G03F7/20, G03F1/16

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl⁷ H01L21/027, G03F7/20, G03F1/16

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2003 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P, A	WO 03/083913 A1 (SONY CORP.), 09 October, 2003 (09.10.03), Full text; all drawings & JP 2003-297716 A	1, 9, 15
A	JP 2002-270496 A (SONY CORP.), 20 September, 2002 (20.09.02), Page 1 (Family: none)	1, 9, 15
A	JP 6-18220 A (Nikon Corp.), 25 January, 1994 (25.01.94), Page 1 (Family: none)	1, 9, 15

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search
06 February, 2004 (06.02.04)

Date of mailing of the international search report
02 March, 2004 (02.03.04)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/JP03/14460

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 8-203817 A (Nippon Telegraph And Telephone Corp.), 09 August, 1996 (09.08.96), Page 1 (Family: none)	1,9,15
A	US 5831272 A (Takao Utsumi), 03 November, 1998 (03.11.98), Page 1 & JP 11-135423 A & DE 19848070 A1	1,9,15
P,A	JP 2003-318084 A (Sony Corp.), 07 November, 2003 (07.11.03), Page 1 (Family: none)	1,9,15

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl¹ H01L21/027, G03F7/20, G03F1/16

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl¹ H01L21/027, G03F7/20, G03F1/16

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2003年
 日本国登録実用新案公報 1994-2003年
 日本国実用新案登録公報 1996-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
P, A	WO 03/083913 A1 (SONY CORPORATION) 2003. 10. 09 全文、全図 & JP 2003-297716 A	1, 9, 15
A	JP 2002-270496 A (ソニー株式会社) 2002. 09. 20 第1頁 (ファミリーなし)	1, 9, 15
A	JP 6-18220 A (株式会社ニコン) 1994. 01. 25 第1頁 (ファミリーなし)	1, 9, 15

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

06. 02. 2004

国際調査報告の発送日

02. 3. 2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)
 郵便番号100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

岩本 勉

2M

9355

電話番号 03-3581-1101 内線 3274

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 8-203817 A(日本電信電話株式会社) 1996. 08. 09 第1頁 (ファミリーなし)	1, 9, 15
A	US 5831272 A(Takao Utsumi) 1998. 11. 03 第1頁 & JP 11-135423 A & DE 19848070 A1	1, 9, 15
P, A	JP 2003-318084 A(ソニー株式会社) 2003. 11. 07 第1頁 (ファミリーなし)	1, 9, 15